



Luis Calado



**Eurocódigo 4: Projecto de estruturas mistas aço-betão**  
**Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios**  
**EN 1994-1-1**

# Exemplos de estruturas mistas em Portugal



2



**Torres S. Gabriel e S. Rafael**



**Torres do Colombo**

# Exemplos de estruturas mistas em Portugal



3



**Edifício Burgo**



**Hotel Lagoas Park**

# Conversão de ENV 1994-1-1 para EN 1994-1-1



4

## Eurocódigos Estruturais

- ◆ Responsabilidade na EU – **CEN/TC 250**
- ◆ Coordenação em Portugal – **LNEC** através da **CT 115**

## Principais objectivos:

- ◆ Consistência com os restantes Eurocódigos nomeadamente **EN 1992-1-1** e **EN 1993-1-1**;
- ◆ Evitar a inclusão de matéria que pode ser encontrada em bibliografia especializada;
- ◆ Omissão de regras para as quais não há consenso;
- ◆ Não inclusão de regras associadas a matérias que se encontrem ainda em fase de investigação;
- ◆ Cada país tem a possibilidade de estabelecer as condições para a implementação da **EN 1994-1-1** através da elaboração do respectivo **Anexo Nacional** onde são apresentados os **Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP)** e informações complementares não contraditórias



# Campo de aplicação do Eurocódigo 4



5

O Eurocódigo 4 (**EN 1994**) aplica-se ao projecto de estruturas mistas aço-betão tratando apenas dos requisitos associado com a resistência, utilização, durabilidade e resistência ao fogo. Requisitos como por exemplo os associados com o isolamento térmico ou acústico não são considerados.

O Eurocódigo 4 destina-se a ser utilizado em conjunto com:

- ◆ **EN 1990**: Bases para o projecto de estruturas
- ◆ **EN 1991**: Acções em estruturas
- ◆ **ENs, hENs, ETAGs e ETAs** relativas aos produtos de construção relevantes para as estruturas mistas
- ◆ **EN 1090**: “Execution of steel structures and aluminium structures”
- ◆ **EN 13670**: “Execution of concrete structures”
- ◆ **EN 1992**: Projecto de estruturas de betão
- ◆ **EN 1993**: Projecto de estruturas de aço
- ◆ **EN 1997**: Projecto geotécnico
- ◆ **EN 1998**: Projecto de estruturas para resistência aos sismos.



O Eurocódigo 4 está dividido em três partes:

- ◆ Parte 1.1: Regras gerais e regras para edifícios (EN 1994-1-1)
- ◆ Parte 1.2: Verificação da resistência ao fogo (EN 1994-1-2)
- ◆ Parte 2: Regras gerais e regras para pontes (EN 1994-2)

Associado com cada Eurocódigo e respectivas partes existem os **Anexos Nacionais** que contêm informações sobre os parâmetros deixados em aberto no Eurocódigo para escolha nacional, designados por **Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP)**, a utilizar no projecto de edifícios e de outras obras de engenharia civil no país em questão.

A **Parte 1-1** do Eurocódigo 4 trata dos seguintes assuntos:

- ◆ Secção 1: Generalidades
- ◆ Secção 2: Bases para o projecto
- ◆ Secção 3: Materiais
- ◆ Secção 4: Durabilidade
- ◆ Secção 5: Análise estrutural
- ◆ Secção 6: Estados limites últimos
- ◆ Secção 7: Estados limites de utilização
- ◆ Secção 8: Ligações mistas nos pórticos de edifícios
- ◆ Secção 9: Lajes mistas com chapas perfiladas de aço nos edifícios
  
- ◆ Anexo A: Rigidez das componentes das ligações em edifícios
- ◆ Anexo B: Ensaaios normalizados
- ◆ Anexo C: Retracção do betão para as estruturas mistas de edifícios



# Organização dos artigos da EN 1994-1-1



As secções 1 e 2 são comuns a todos os Eurocódigos;

1: Generalidades

2: Bases para o projecto

As secções 3 a 7 apresentam um estrutura semelhante em todos os Eurocódigos;

3: Materiais

4: Durabilidade

5: Análise estrutural

6: Estados limites últimos

7: Estados limites de utilização



# Organização dos artigos da EN 1994-1-1



9

Nas secções 3 a 7 os parágrafos de carácter geral são colocados no início dos artigos enquanto que os relativos aos edifícios são apresentados no final.

## 6.4 Encurvadura lateral de vigas mistas

### 6.4.1 Generalidades

(1) Um banzo de aço que esteja ligado a uma laje de betão ou mista de acordo com 6.6, poderá ser considerado como lateralmente estável desde que seja impedida qualquer instabilidade lateral da laje de betão.

(2) Todos os outros banzos de aço comprimidos deverão ser verificados em relação à sua estabilidade lateral.

(3) Os métodos da EN 1993-1-1, 6.3.2.1-6.3.2.3 e, de uma forma mais geral, de 6.3.4, aplicam-se à secção de aço com base nos esforços na secção mista, tendo em conta os efeitos do faseamento da construção de acordo com 5.4.2.4. Poderão ser tidas em conta as condições de travamento lateral e de torção, ao nível da conexão da laje de betão.

(4) Para vigas mistas de edifícios com secções das Classes 1, 2 ou 3 e uma secção de aço uniforme, poderá utilizar-se o método dado em 6.4.2.

### 6.4.2 Verificação da encurvadura lateral de vigas mistas contínuas de edifícios com secções das Classes 1, 2 e 3

# Organização dos artigos da EN 1994-1-1



10

As secções 8 e 9 são específicas para edifícios.

8: Ligações mistas nos pórticos de edifícios

9: Lajes mistas com chapas perfiladas de aço nos edifícios

Os anexos A, B e C têm carácter informativo.

# Principal simbologia



11

Subscritos:

Relacionados com os materiais:

- c** betão
- a** aço estrutural
- p** chapa perfilada
- s** armadura
- v** conexão

Relacionados com a análise:

- d** cálculo
- y** cedência
- pl** plástico
- u** último; rotura
- k** característico
- R** resistente
- E** actuante
- eff** efectivo

Exemplo:

**$M_{pl,Rd}$**

valor de cálculo do momento  
flector plástico resistente da  
secção com conexão total



**Elemento misto** - elemento estrutural com componentes de betão e de aço estrutural interligados de modo a limitar o escorregamento longitudinal e a separação entre eles.

**Conexão de corte** - ligação entre o betão e aço estrutural de um elemento misto com uma resistência e uma rigidez suficientes para permitir que aqueles dois componentes sejam calculados como partes de um mesmo elemento estrutural.

**Elemento escorado** - elemento em que o peso do betão ou é aplicado ao aço estrutural escorado ou é suportado independentemente até que o betão seja capaz de resistir às tensões.

**Ligação mista** - ligação entre elementos mistos na qual a armadura é tida em conta no cálculo da resistência e da rigidez da ligação.

# Conceito de conexão e interação

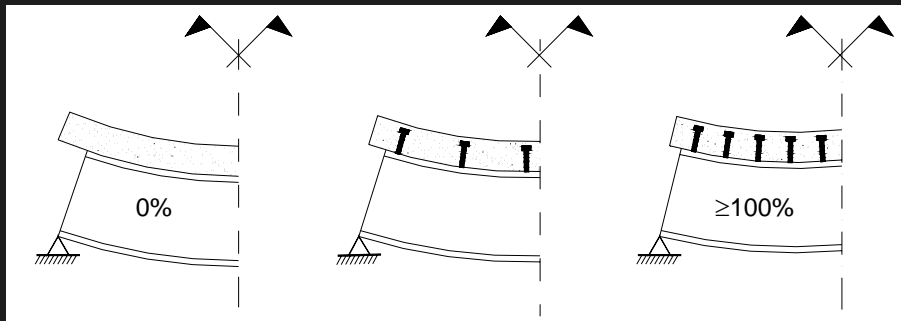


13

A **conexão** está directamente relacionada com a força desenvolvida na interface entre os dois materiais, e por conseguinte a sua resistência.

A **interacção** está relacionada com o escorregamento na interface verificado entre os dois e, consequentemente, com a rigidez do meio de conexão.

## Conexão

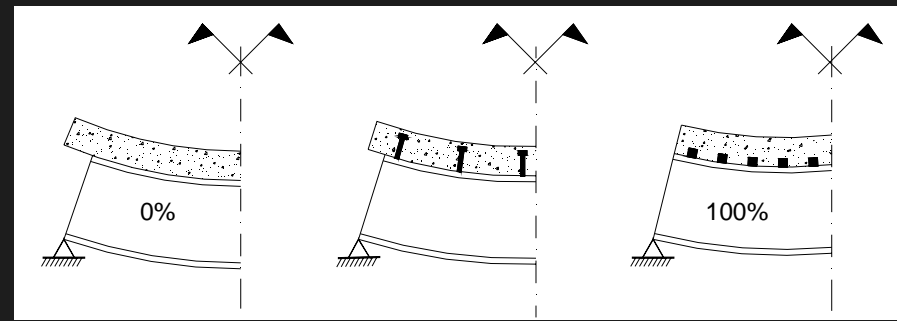


Nula

Parcial

Total

## Interacção



Total

Parcial

Nula

# Principais desenvolvimentos na EN 1994-1-1



14

Aços estruturais das classes S 420 e S 460



Vigas mistas com o perfil de aço parcialmente betonado



Ligações mistas





## 2. Bases para o projecto



15

Valores recomendados dos **coeficientes parciais  $\gamma$**  dos **materiais** para os estados limites últimos

Situações de projecto	Betão	Aço estrutural	Chapa perfilada	Armaduras	Conexão
Persistentes ou transitórias	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_a = 1,00$	$\gamma_a = 1,00$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_v = 1,25$
Acidentais	$\gamma_c = 1,20$	$\gamma_a = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_s = 1,00$	$\gamma_v = 1,00$
Referência	EN 1992-1-1 (2.4.2.4)	EN 1993-1-1 (6.1)	EN 1993-1-1 (6.1)	EN 1992-1-1 (2.4.2.4)	EN 1994-1-1 (2.4.1.2)

### 3. Materiais



16

#### Características abrangidas (classes de resistência):

**Betão:** **C 20/25 a C 60/75 e LC 20/22 a LC 60/66.**  
**EN1992-1-1** **C 12/15 a C 90/105 e LC 12/13 a LC 80/88.**

**Armaduras:**  **$f_{yk} = 400 \text{ MPa a } 600 \text{ MPa}.$**

**Aço estrutural:** **S 235 a S 460.**  
**EN1993-1-12** **S 690.**

**Conectores:** **EN 1993-1-3 e EN 1993-1-8**

### 3. Materiais



17

#### Módulo de elasticidade:

**Armaduras:**  $E_s = 210 \text{ GPa}$

*EN 1992-1-1*  $E_s = 200 \text{ GPa}$

**Aço estrutural:**  $E_a = 210 \text{ GPa}$

#### Coeficiente de dilatação térmica linear:

**Betão:**  $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

**Aço estrutural:**  $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

*EN 1993-1-1*  $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

# 3. Materiais



18

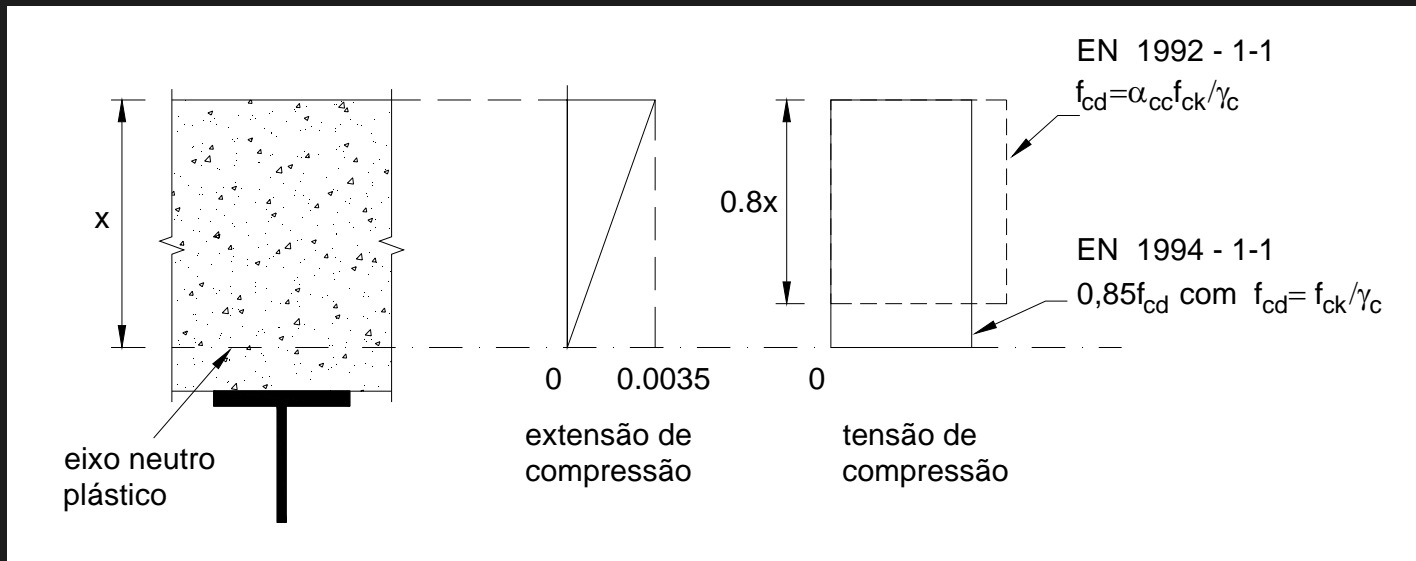
Tensões de cálculo:

**Análise plástica:**

Betão	$0.85 f_{cd} = 0.85 f_{ck} / \gamma_c$
Aço estrutural	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$
Armaduras	$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$
Chapa	$f_{yp,d} = f_{yp} / \gamma_p$

**Análise elástica:**

Betão	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$
Aço estrutural	$f_{yd} = f_y / \gamma_a$
Armaduras	$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$
Chapa	$f_{yp,d} = f_{yp} / \gamma_p$

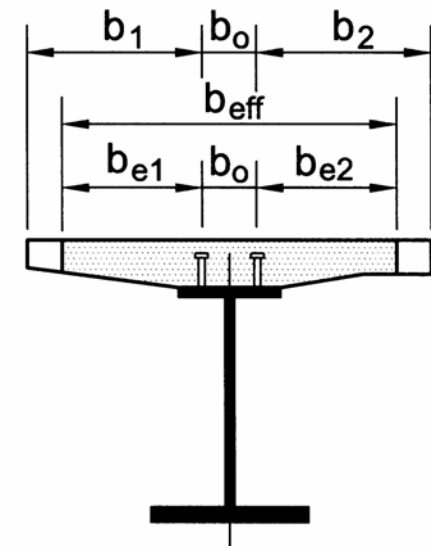
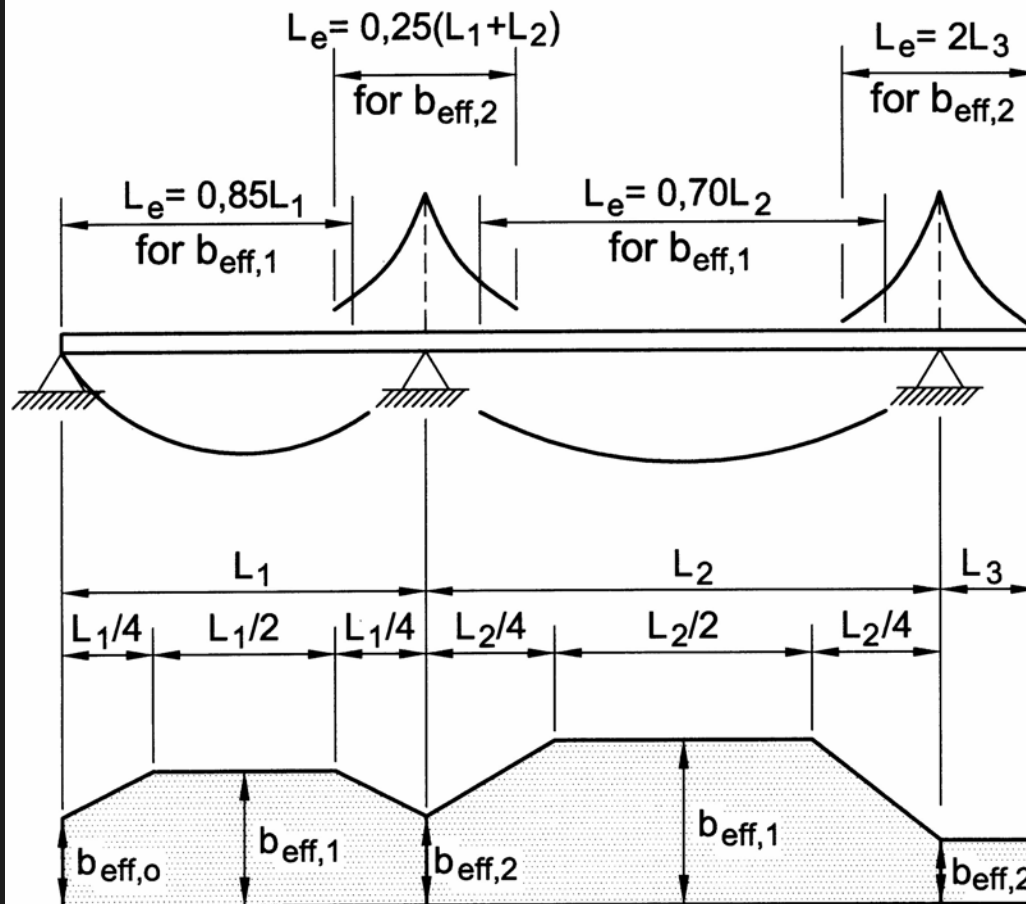


# 5. Análise estrutural



19

## Larguras efectivas (5.4.1.2)



$$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei}$$

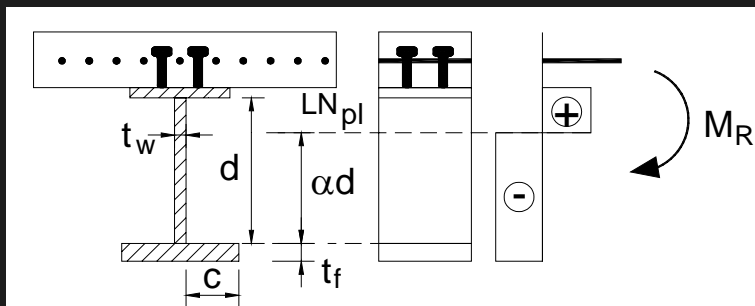
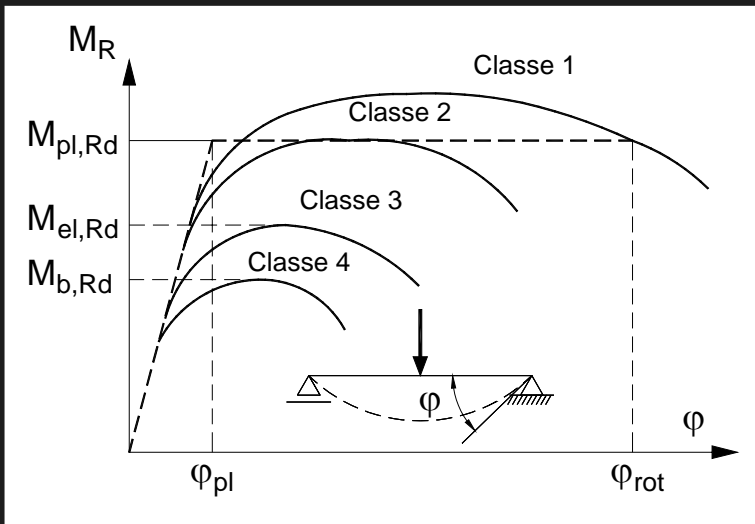
# 5. Análise estrutural



20

## Classificação das secções (5.5)

A classificação das secções está relacionada com a encurvadura local e com a capacidade de rotação da viga.



Para as secções das **Classes 1 e 2**, os varões de **armadura** traccionados só poderão ser considerados para a classificação da secção mista desde que tenham **classe de ductilidade B ou C**, 5.5.1 (5)



# 5. Análise estrutural



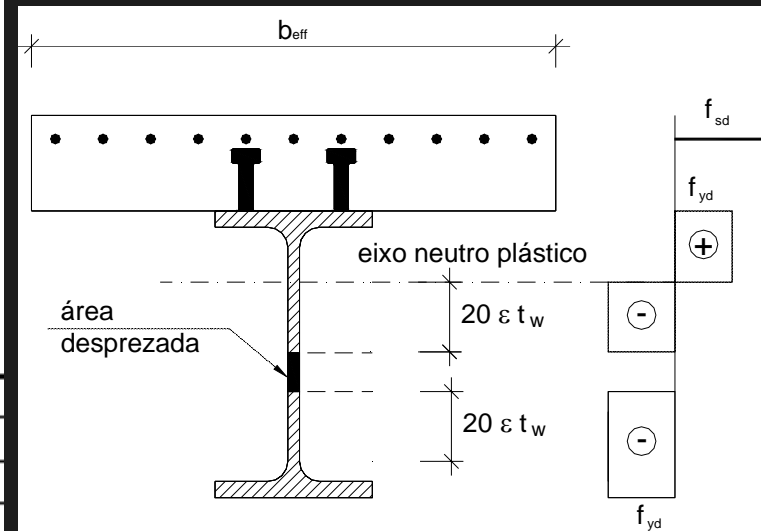
21

## Classificação das secções (5.5)

### Banzos à compressão – Tab. 5.2

		<p>Stress distribution</p>	
$0,8 \leq \frac{b_t}{b} \leq 1,0$			
Class	Type	Limit	
1	(1) rolled or (2) welded	$c/t \leq 9\epsilon$	
2		$c/t \leq 14\epsilon$	
3		$c/t \leq 20\epsilon$	

### Secções de aço EN 1993-1-3, 5.5.2





## Fluência e retracção (5.4.2.2)

- ◆ A fluência e a retracção não necessitam de ser consideradas explicitamente na verificação e análise das estruturas mistas de edifícios, excepto:
- ◆ Colunas mistas - rigidez de flexão 6.7.3.4.(2)
- ◆ Elementos estruturais da classe 3 e 4 5.4.2.2.(7)
- ◆ Estados limites de utilização 7.2.1 (1)

**método simplificado 5.4.2.2.(11)**  
coeficiente de homogeneização

$$n = \frac{2E_a}{E_{cm}}$$

# 5. Análise estrutural



23

## Métodos de análise em edifícios (5.2.2)

Classe da secção	Métodos de análise global	Análise de secções
<b>Classe 1</b> (Secção Plástica)	plástico ou elástico	plástica
<b>Classe 2</b> (Secção Compacta)	elástico	plástica
<b>Classe 3</b> (Secção Semi-Compacta)	elástico	elástica
<b>Classe 4</b> (Secção Esbelta)	elástico	elástica

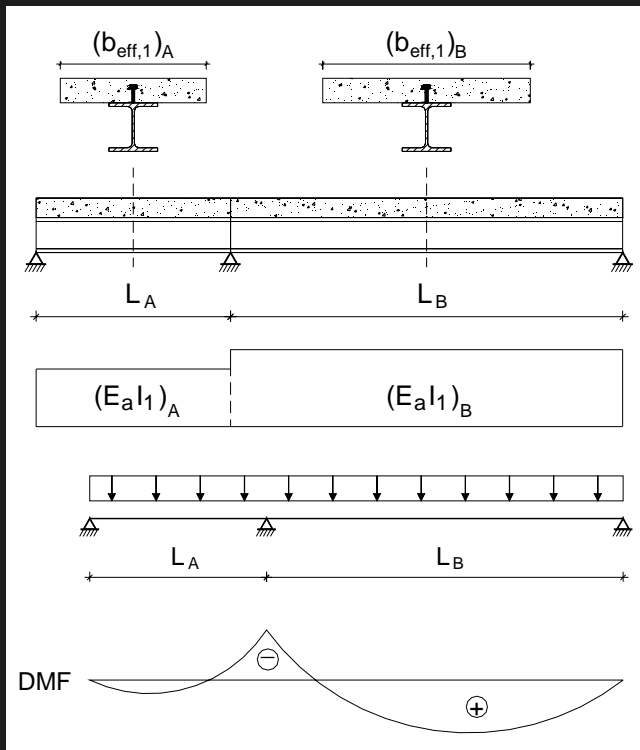
# 5. Análise estrutural



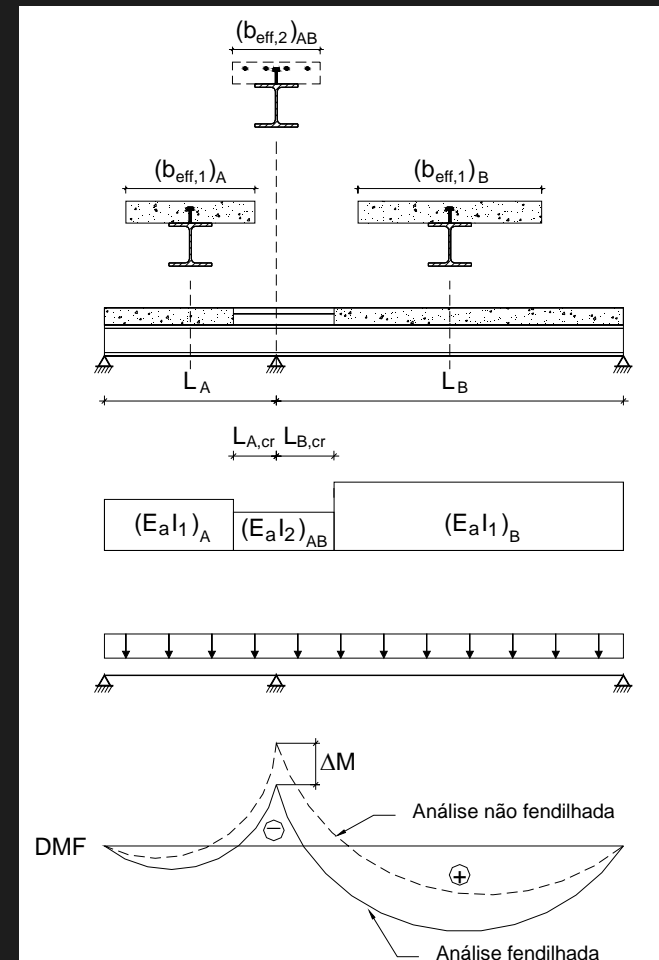
24

## Análise global elástica em edifícios (5.4.4)

### Análise não fendilhada



### Análise fendilhada



# 5. Análise estrutural



25

## Análise global elástica em edifícios (5.4.4)

### Redistribuição de momentos

Classe da secção (zona de momentos flectores negativos)	Percentagem de redistribuição (%)			
	1	2	3	4
Análise elástica <b>sem fendilhação</b>	40	30	20	10
Análise elástica <b>com fendilhação</b>	25	15	10	0

Alguns casos em que a redistribuição não pode ser aplicada:

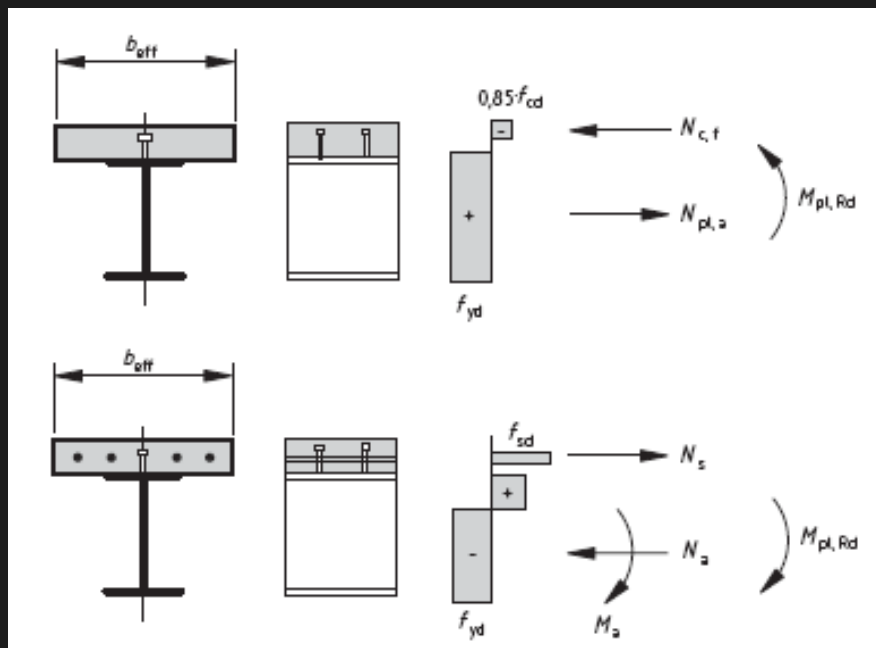
- ◆ necessário uma análise de segunda ordem;
- ◆ o estado limite a verificar seja de serviço ou de fadiga;
- ◆ as vigas pertençam a pórticos não contraventados;
- ◆ se usem ligações semi-rígidas ou de resistência parcial;
- ◆ a largura de algum dos seus elementos varie ao longo do vão;
- ◆ o aço estrutural seja de classe maior que S355 e as secções da classe 3 ou 4.

# 6. Estados limites últimos



26

## Análise plástica de secções transversais de vigas (6.2)



### Hipóteses de cálculo

- ◆ Considera-se que existe interação total entre os materiais;
- ◆ Despreza-se a contribuição do betão à tracção;
- ◆ Pode desprezar-se a contribuição das armaduras à compressão;
- ◆ Pode desprezar-se a contribuição da chapa à tracção;
- ◆ Não se considera a chapa à compressão;
- ◆ A viga mista é simétrica em relação ao eixo vertical;

Tensão no betão à compressão

Tensão no aço

Tensão nas armaduras

Tensão na chapa

$$0.85 f_{cd} = 0.85 f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_a$$

$$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$$

$$f_{yp,d} = f_{yp} / \gamma_p$$



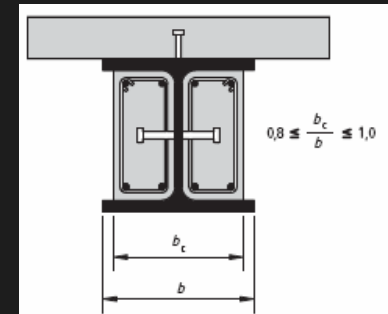
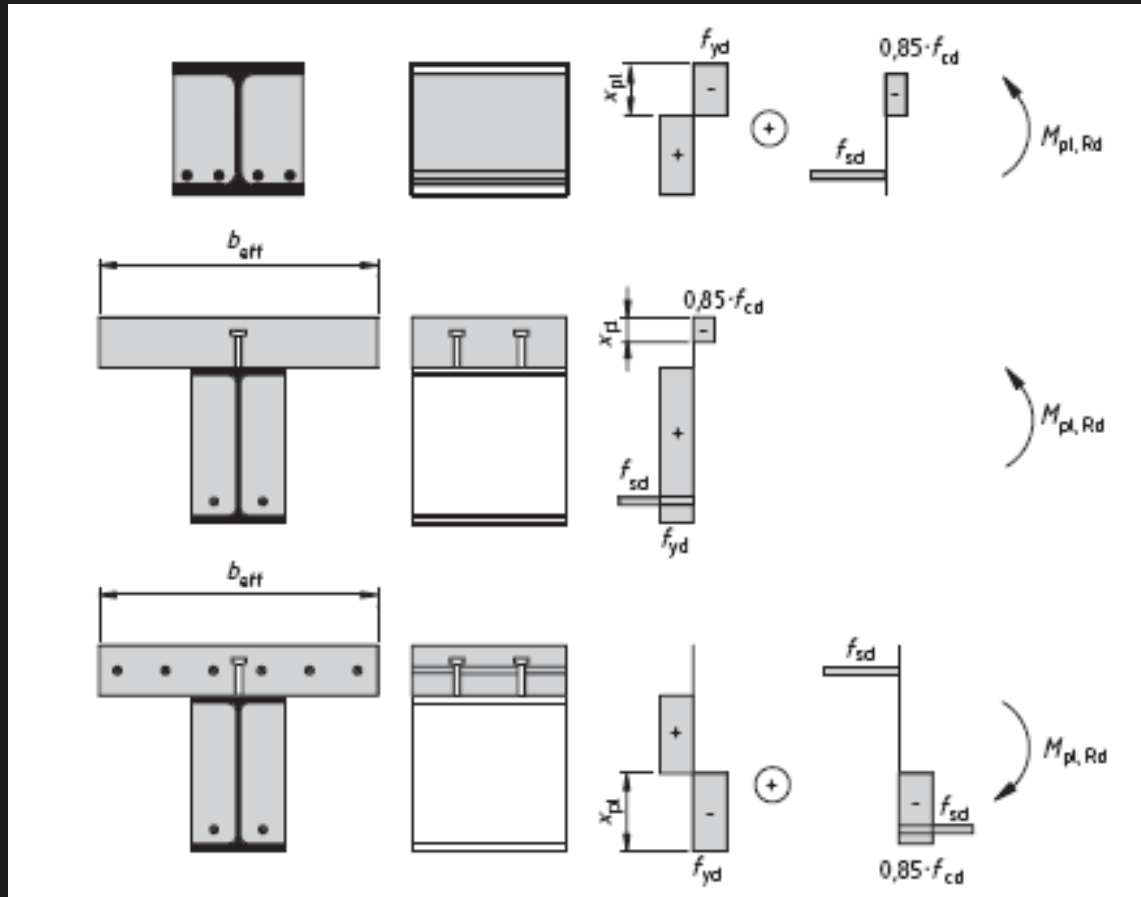


## 6. Estados limites últimos



27

### Análise plástica de secções transversais de vigas (6.3)



Betão ligado ao perfil de aço

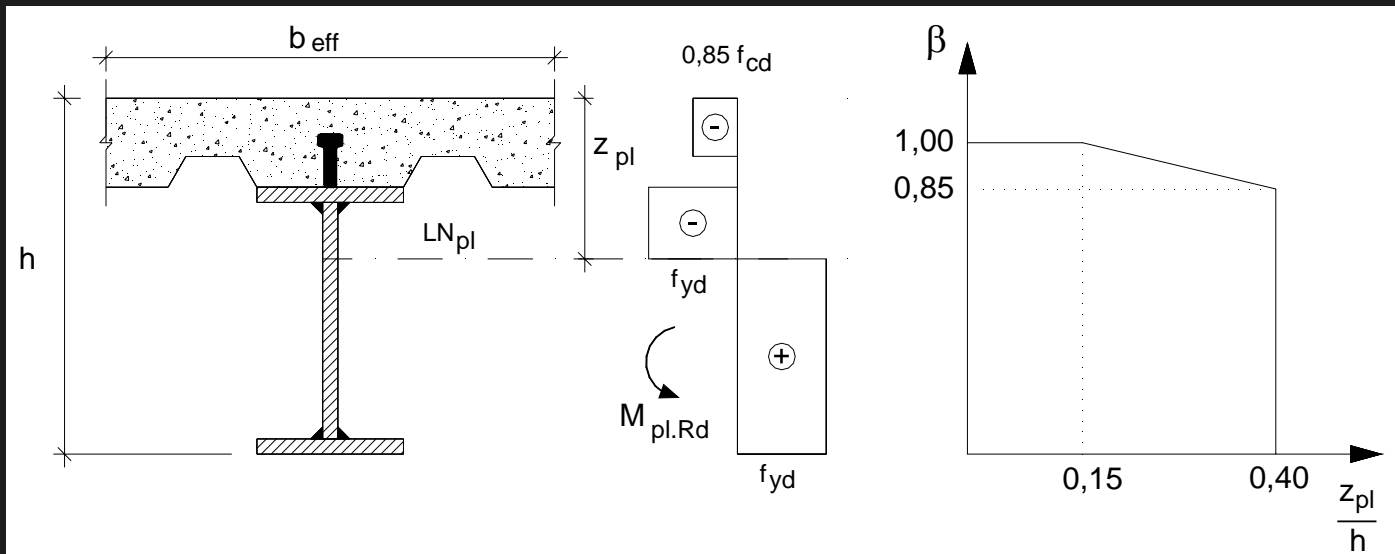


# 6. Estados limites últimos

28

## Análise plástica de secções transversais de vigas (6.2)

### Aços S420 e S460



Para evitar o esmagamento precoce do betão e quando sejam utilizados aços da classe S420 a S460, os valores dos momentos plásticos resistentes devem ser multiplicados por um parâmetro  $\beta$ .

Este varia em função do quociente entre a distância da fibra mais comprimida de betão à linha neutra,  $x_{pl}$ , e a altura total da secção,  $h$ , segundo o gráfico.

- ◆ Para  $0,15 < x_{pl}/h < 0,40$  bastará fazer uma interpolação linear
- ◆ Para  $x_{pl}/h > 0,40$  ter-se-á que fazer uma análise elástica ou bi-linear

# 6. Estados limites últimos

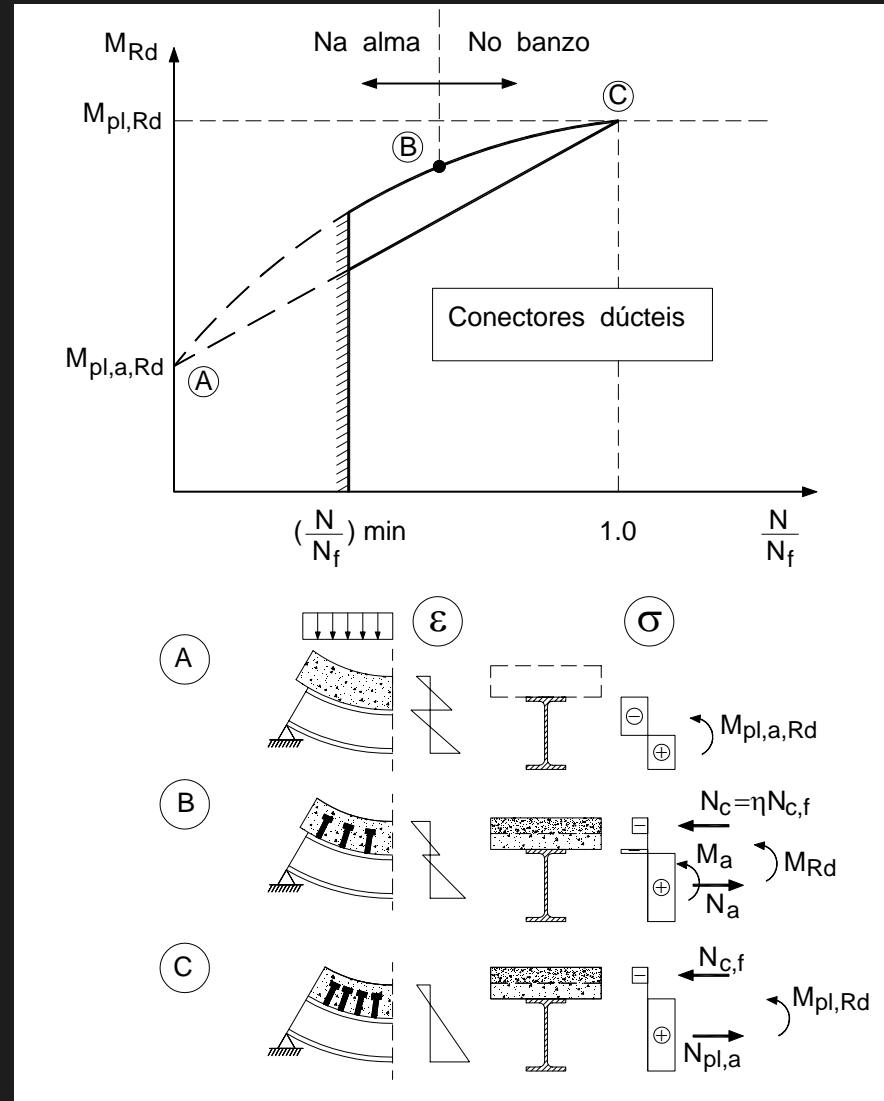


29

## Análise plástica de secções transversais de vigas (6.2)

### Conexão parcial

$$M_{Rd} = M_{pl,a,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}) \frac{N}{N_f}$$

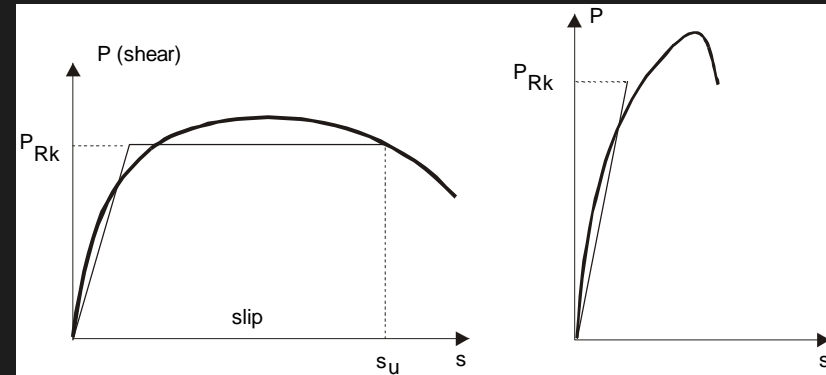
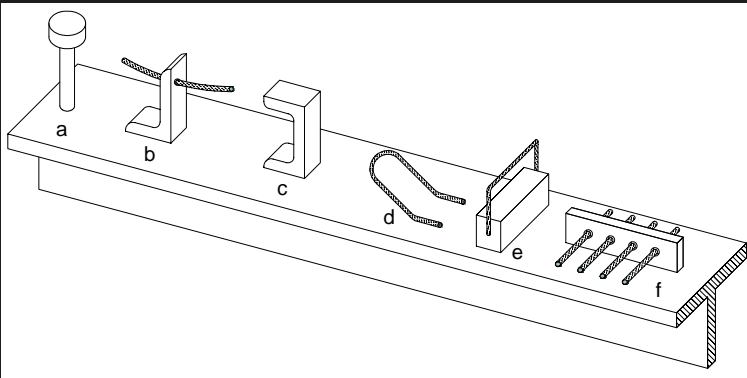


# 6. Estados limites últimos

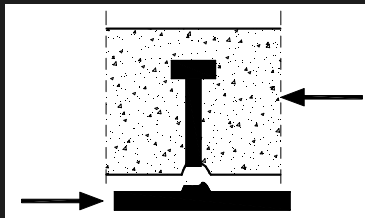


30

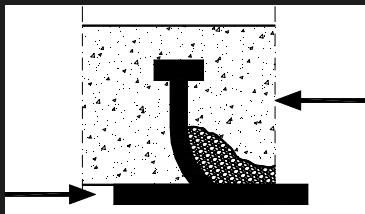
## Conexão de corte (6.6)



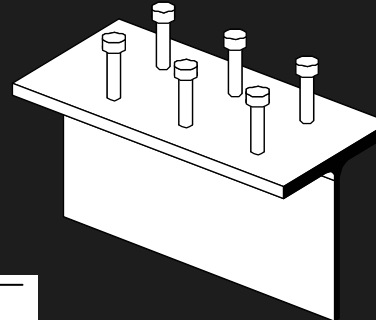
## Perno de cabeça inserido em laje maciça (6.6.3)



$$P_{Rd}^{(1)} = \frac{0,8 f_u \pi \frac{d^2}{4}}{\gamma_V}$$



$$P_{Rd}^{(2)} = \frac{0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V}$$



$$P_{Rd} = \min(P_{Rd}^{(1)}, P_{Rd}^{(2)})$$

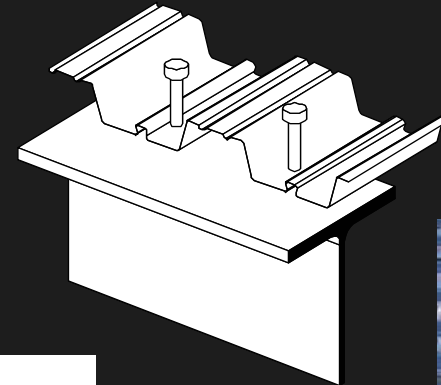
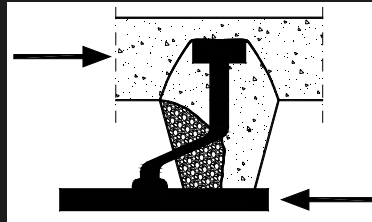
# 6. Estados limites últimos



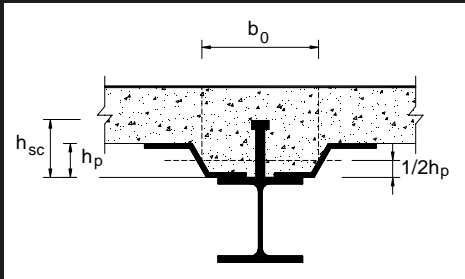
31

## Conexão de corte (6.6)

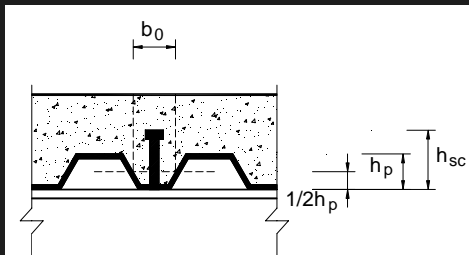
### Perno de cabeça inserido em laje nervurada (6.6.4)



$$P_{i,Rd} = k_i P_{Rd}$$



$$k_l = 0,6 \frac{b_0}{h_p} \left( \frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 1,0$$



$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \frac{b_0}{h_p} \left( \frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right)$$



# 6. Estados limites últimos

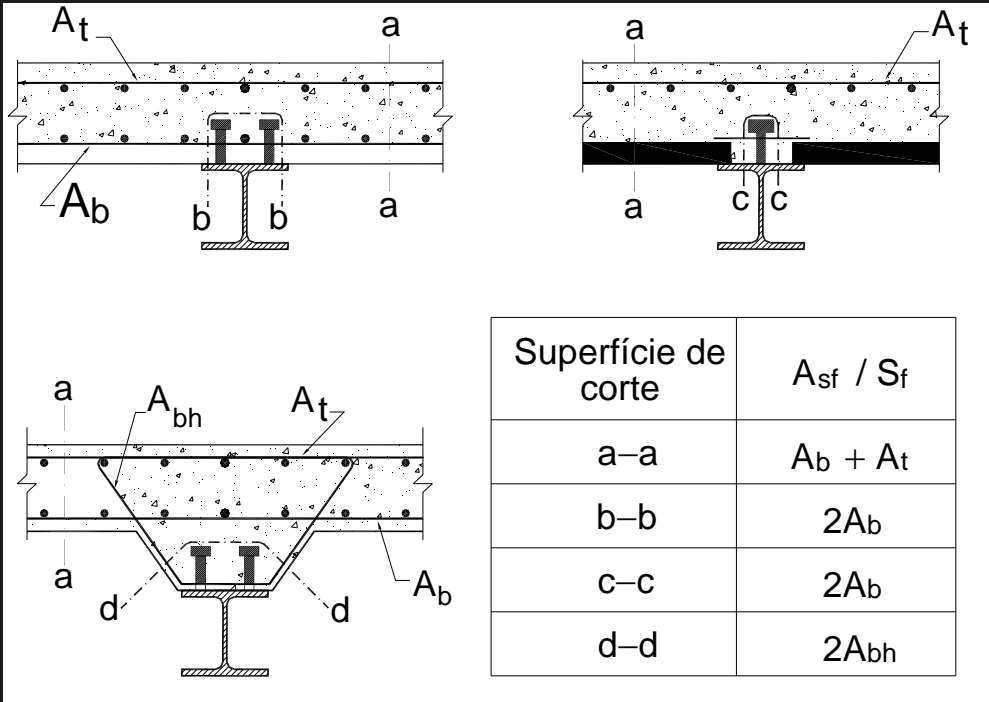


32

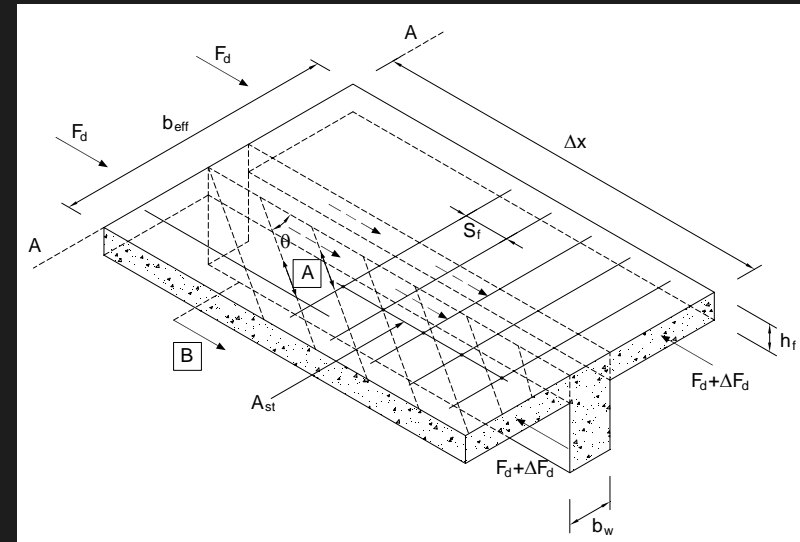
## Conexão de corte (6.6)

### Armadura transversal (6.6.6.4)

EN 1992-1-1, 2 6.2.4



$$\left( \frac{A_{sf} f_{yd}}{S_f} \right) + A_p f_{yp,d} > \frac{v_{Ed} \cdot h_f}{\cot \theta_f}$$



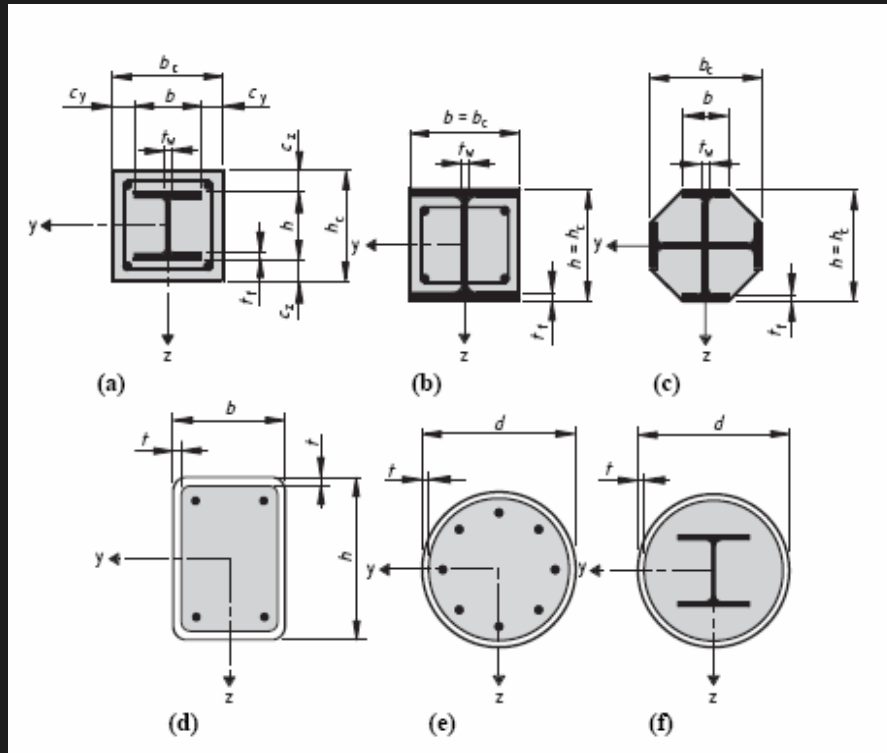


## 6. Estados limites últimos



33

### Colunas mistas (6.7)



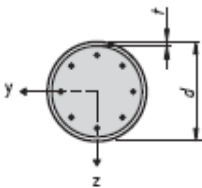
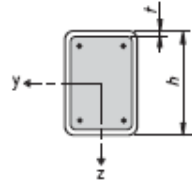
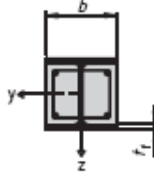
Possibilidade de formação de rótulas plásticas  
Poucos problemas com a encurvadura local  
Possibilidade de pré-fabricação

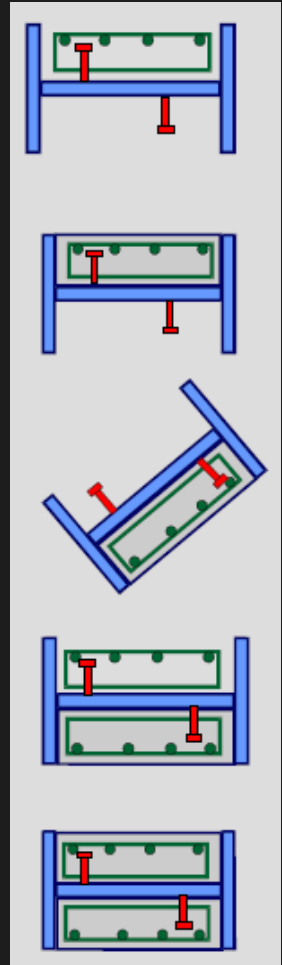
# 6. Estados limites últimos



34

## Columnas mistas (6.7)

Cross-section	Max $(d/t)$ , max $(h/t)$ and max $(b/t)$
<p>Circular hollow steel sections</p> 	$\max (d/t) = 90 \frac{235}{f_y}$
<p>Rectangular hollow steel sections</p> 	$\max (h/t) = 52 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$
<p>Partially encased I-sections</p> 	$\max (b/t_f) = 44 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$



## 6. Estados limites últimos



35

### Colunas mistas (6.7)

#### Métodos de cálculo

◆ **Método Geral**, cujo âmbito inclui elementos de secção transversal assimétrica ou não uniforme ao longo do comprimento do pilar; exige a utilização de programas de cálculo específicos já que os esforços devem ser determinados através de uma análise elasto-plástica.

◆ **Método Simplificado**, para os elementos de secção transversal duplamente simétrica e uniforme ao longo do comprimento do elemento; recorre à utilização das curvas Europeias para a encurvadura.

Estes dois métodos são baseados nas seguintes hipóteses:

- ◆ Existe interacção total entre o perfil metálico e o betão até que ocorra o colapso;
- ◆ As imperfeições geométricas e tensões residuais são contabilizadas na análise através da consideração de imperfeições iniciais;
- ◆ As secções planas permanecem planas depois da coluna se deformar.

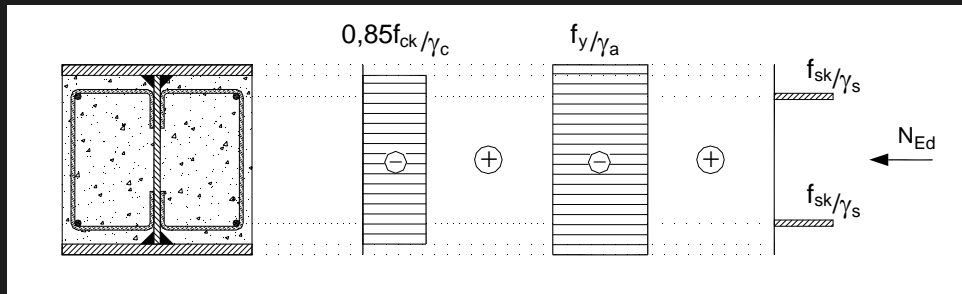
# 6. Estados limites últimos

36

## Colunas mistas

### Análise da secção transversal (6.7.3.2)

### Esforço axial resistente (N)



$$N_{pl,Rd} = A_a \times \frac{f_y}{\gamma_a} + 0,85 \times A_c \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c} + A_s \times \frac{f_{sk}}{\gamma_s}$$

$$N_{pl,Rd} = A_a \times \frac{f_y}{\gamma_a} + A_c \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c} + A_s \times \frac{f_{sk}}{\gamma_s}$$

Secções tubulares quadradas ou rectangulares

$$N_{pl,Rd} = \eta_a A_a \frac{f_y}{\gamma_a} + A_c \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \left( 1 + \eta_c \frac{t}{d} \frac{f_y}{f_{ck}} \right) + A_s \frac{f_{sk}}{\gamma_s}$$

Secções tubulares circulares

# 6. Estados limites últimos

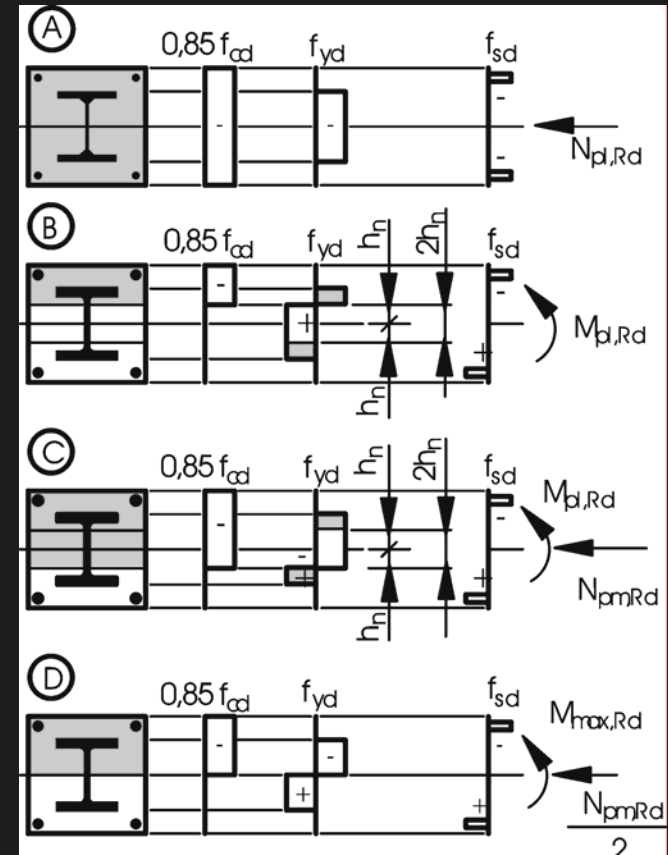
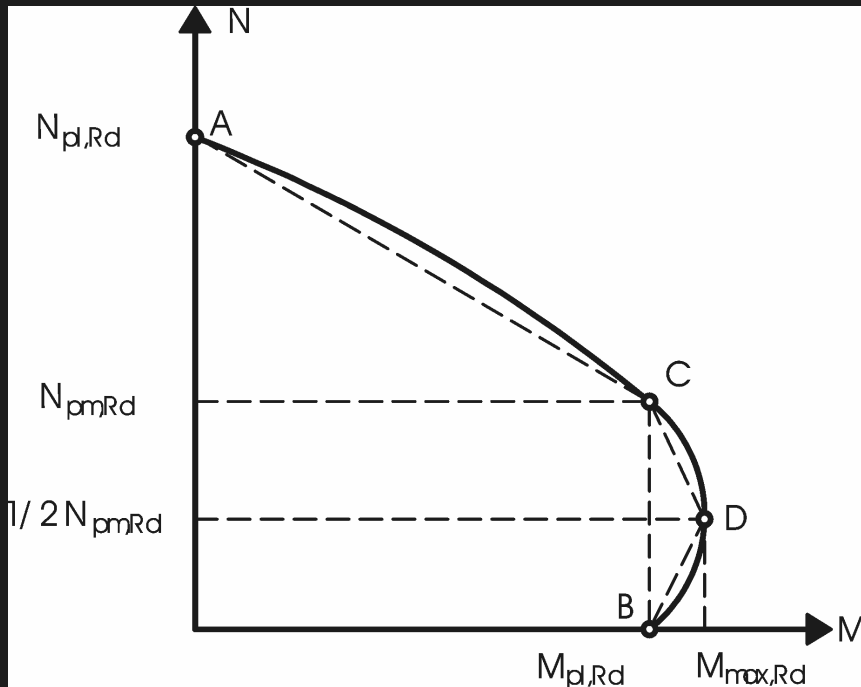


37

## Colunas mistas

### Análise da secção transversal (6.7.3.2)

#### Flexão composta (N + M)



## 6. Estados limites últimos



38

### Colunas mistas

#### Verificação da coluna com N

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

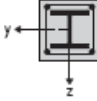
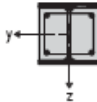
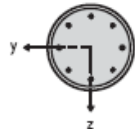
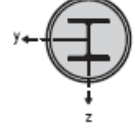
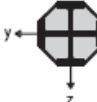
$\chi$  factor de redução para o modo de encurvadura apropriado dado na EN 1993-1-1, 6.3.1.2. As curvas de encurvadura aplicáveis para as secções de pilares mistos são dadas no Quadro 6.5 da EN1994-1-1

# 6. Estados limites últimos



39

## Curvas de encurvadura e de imperfeições

Cross-section	Limits	Axis of buckling	Buckling curve	Member imperfection
concrete encased section 		y-y	b	$L/200$
		z-z	c	$L/150$
partially concrete encased section 		y-y	b	$L/200$
		z-z	c	$L/150$
circular and rectangular hollow steel section 	$\rho_s \leq 3\%$	any	a	$L/300$
	$3\% < \rho_s \leq 6\%$	any	b	$L/200$
circular hollow steel sections with additional I-section 		y-y	b	$L/200$
		z-z	b	$L/200$
partially concrete encased section with crossed I-sections 		any	b	$L/200$



## 6. Estados limites últimos



40

### Colunas mistas

### Verificação da coluna com N+M

#### Análise de 1ª ordem

$$\alpha_{cr} = \frac{N_{cr}}{N_{Ed}} \geq 10$$

$$M_{Ed,máx} = M_{Ed} + N_{Ed} \times e^*$$

#### Análise de 2ª ordem

$$\alpha_{cr} = \frac{N_{cr}}{N_{Ed}} < 10$$

$$M_{Ed,máx} = k_2 \times M_{Ed} + k_1 \times N_{Ed} \times e^*$$

$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed}/N_{cr,eff}} \geq 1,0$$



## 6. Estados limites últimos



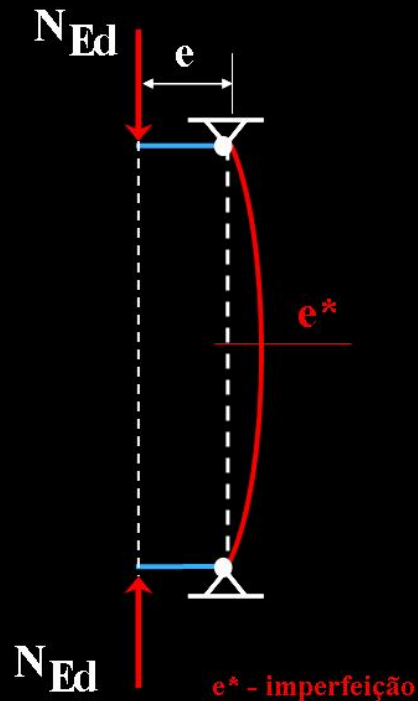
41

### Colunas mistas

### Verificação da coluna com N+M

#### Análise de 1ª ordem

## FLEXÃO COMPOSTA



$$\alpha_{cr} = \frac{N_{cr}}{N_{Ed}} \geq 10$$

$$M_I = N_{Ed} \cdot e$$

$$M_{Ed, \max} = M_I + N_{Ed} \cdot e^*$$

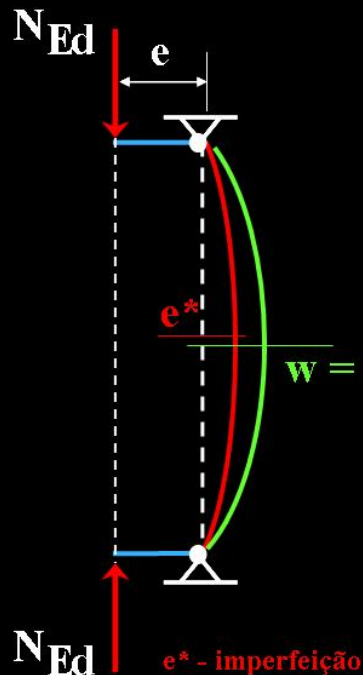
## 6. Estados limites últimos

### Colunas mistas

### Verificação da coluna com N+M

#### Análise de 2ª ordem

### FLEXÃO COMPOSTA



$$\alpha_{cr} = \frac{N_{cr}}{N_{Ed}} < 10$$

$$M_I = N_{Ed} \cdot e$$

$$M_{Ed,max} = (k_1 \cdot N_{Ed} \cdot e^* + k_2 \cdot M_I)$$

$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed}/N_{cr,eff}} \geq 1,0$$

## 6. Estados limites últimos



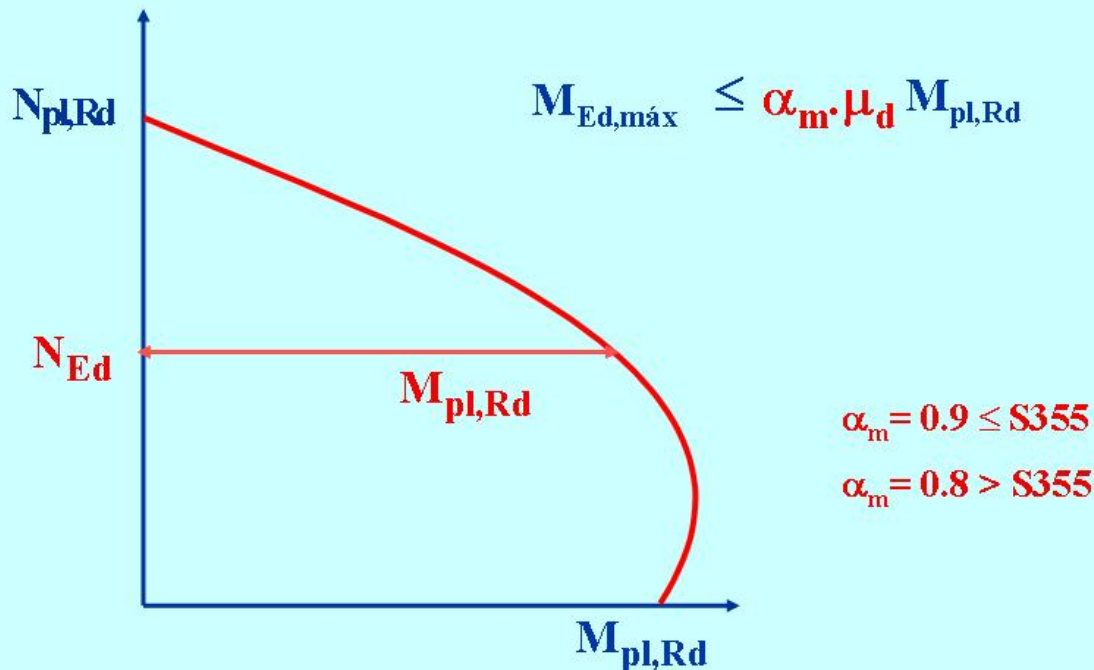
43

Colunas mistas

Verificação da coluna com N+M

### FLEXÃO COMPOSTA

EN 1994-1-1



## 6. Estados limites últimos

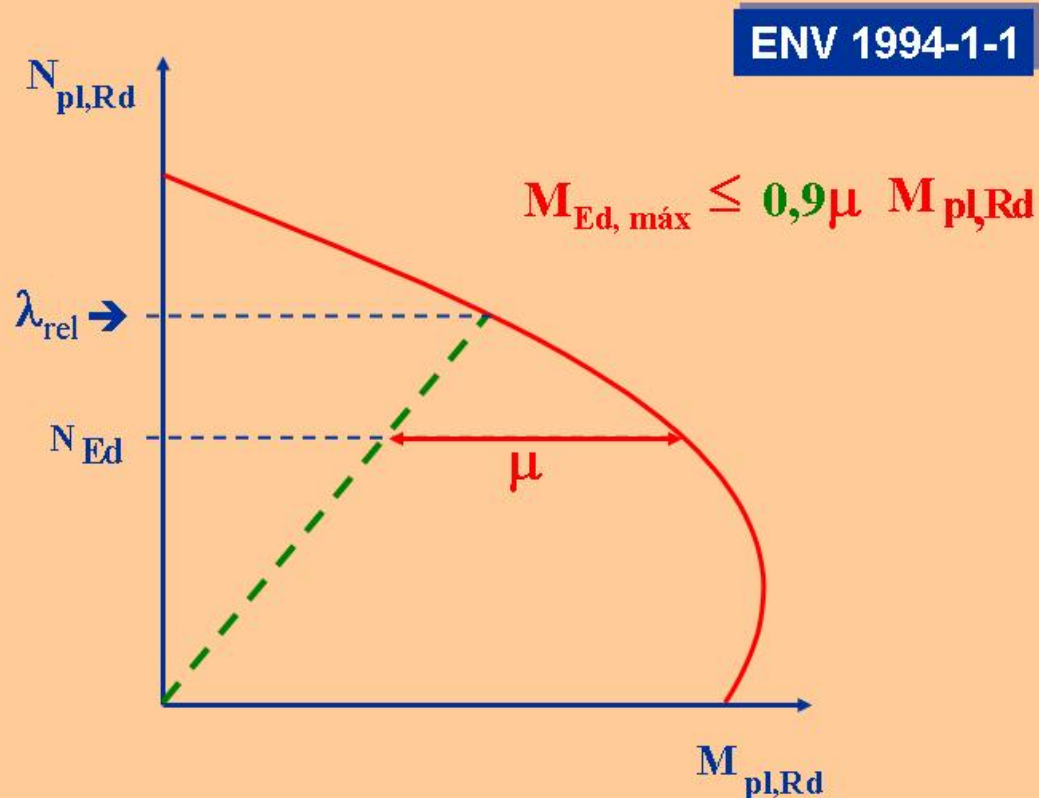


44

Colunas mistas

Verificação da coluna com N+M (ENV 1994-1-1)

### FLEXÃO COMPOSTA



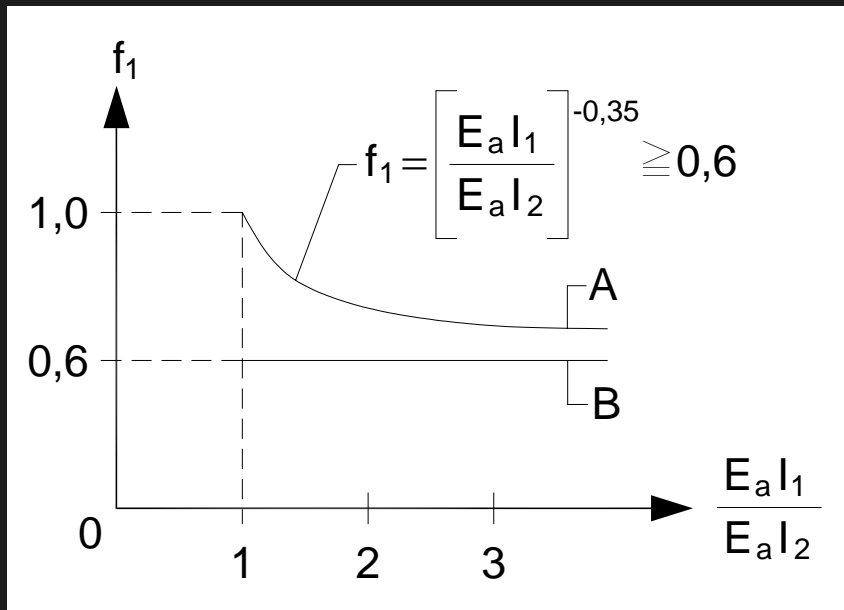
# 7. Estados limites de utilização

45

## Cálculo de deformação de vigas (7.3)

### Método simplificado

Se a tensão de tracção da fibra extrema do betão ultrapassar  $1,5 f_{ctm}$  deve ter-se em consideração a fendilhação do betão através do coeficiente  $f_1$  que multiplica os valores dos momentos sobre os apoios.



Em construção não escorada, dever-se-á também considerar os efeitos provocados pela cedência das fibras do aço estrutural sobre os apoios através da consideração coeficiente  $f_2$  que multiplica os valores dos momentos sobre os apoios:

se a cedência das fibras de aço for atingida antes do betão endurecer:  $f_2 = 0,5$

se a cedência das fibras de aço for atingida após o betão endurecer:  $f_2 = 0,7$

Efeito da conexão parcial se  $0,40 < \eta < 0,50$

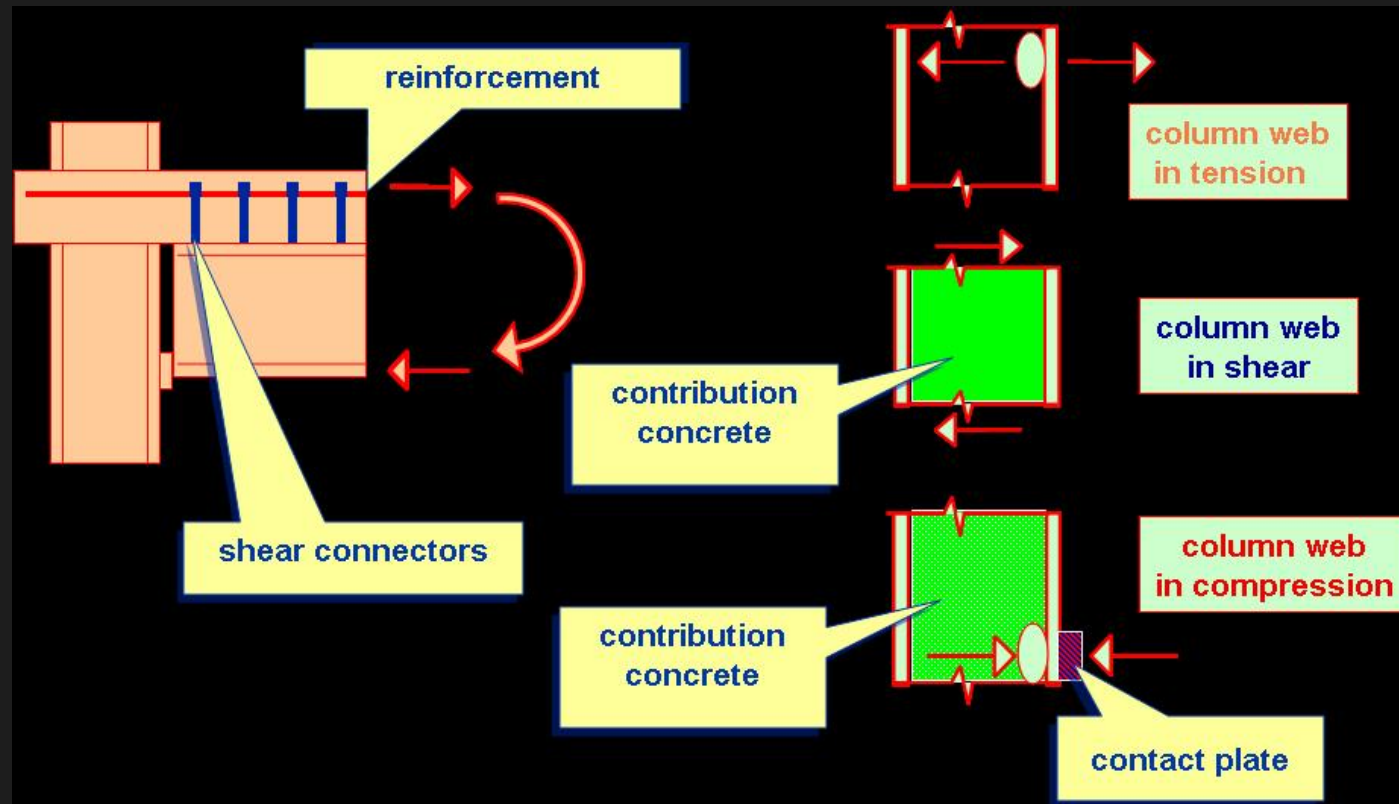
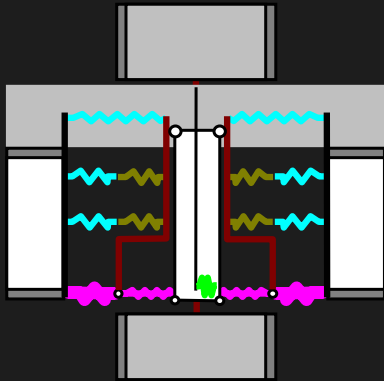
# 8. Ligações mistas nos pórticos de edifícios



46

## Método das componentes

EN 1993-1-8

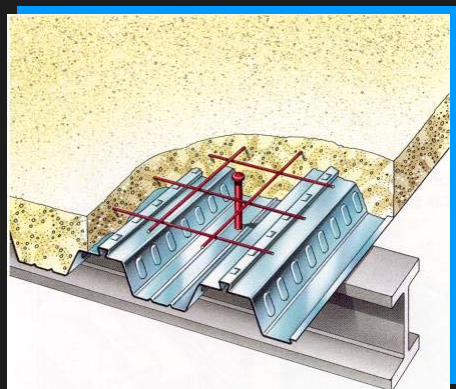


# 9. Lajes mistas com chapa perfilada

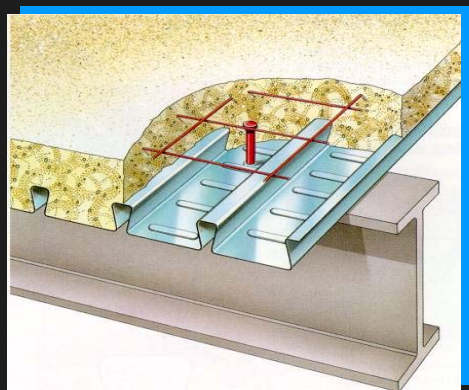


47

## Tipos de chapa perfilada



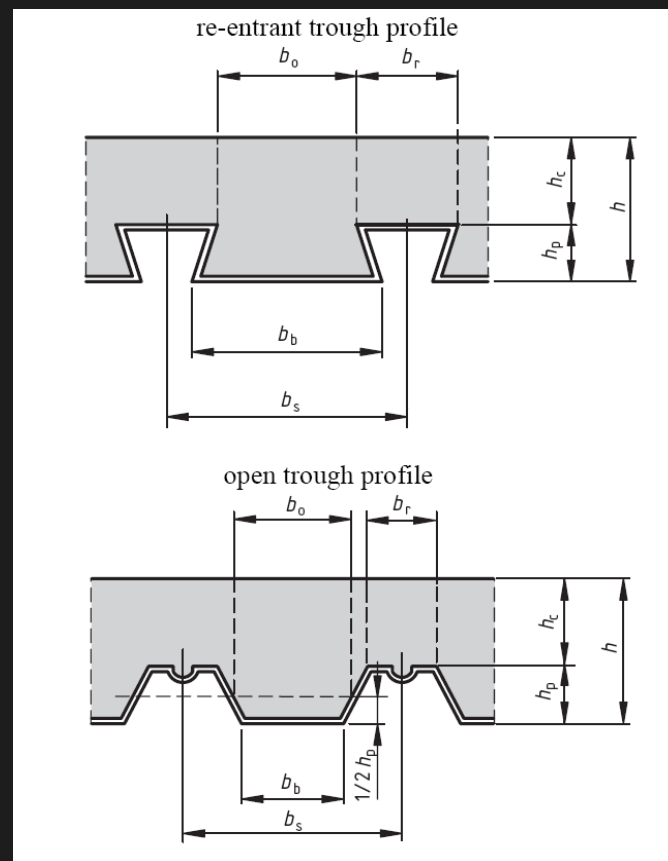
Perfil trapezoidal



Perfil reentrante

$$\frac{b_r}{b_s} \leq 0,6$$

A EN1994-1-1 só se aplica a chapas perfiladas com:

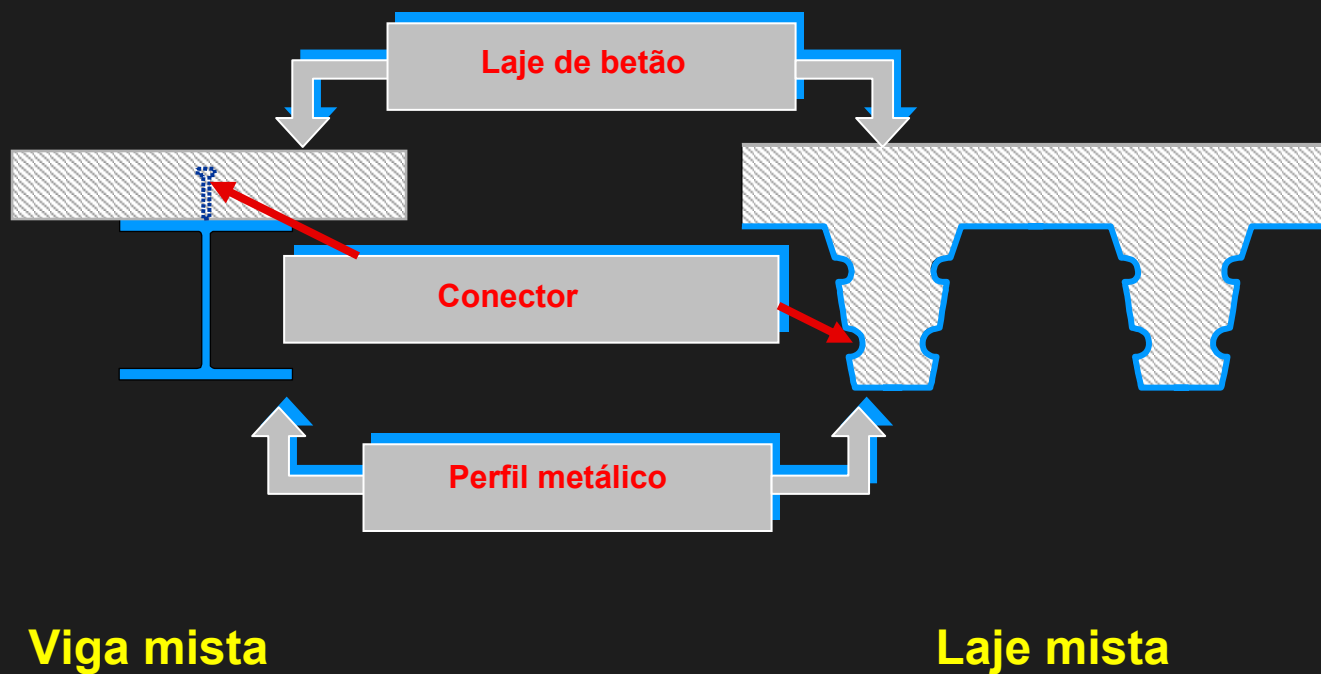


## 9. Lajes mistas com chapa perfilada

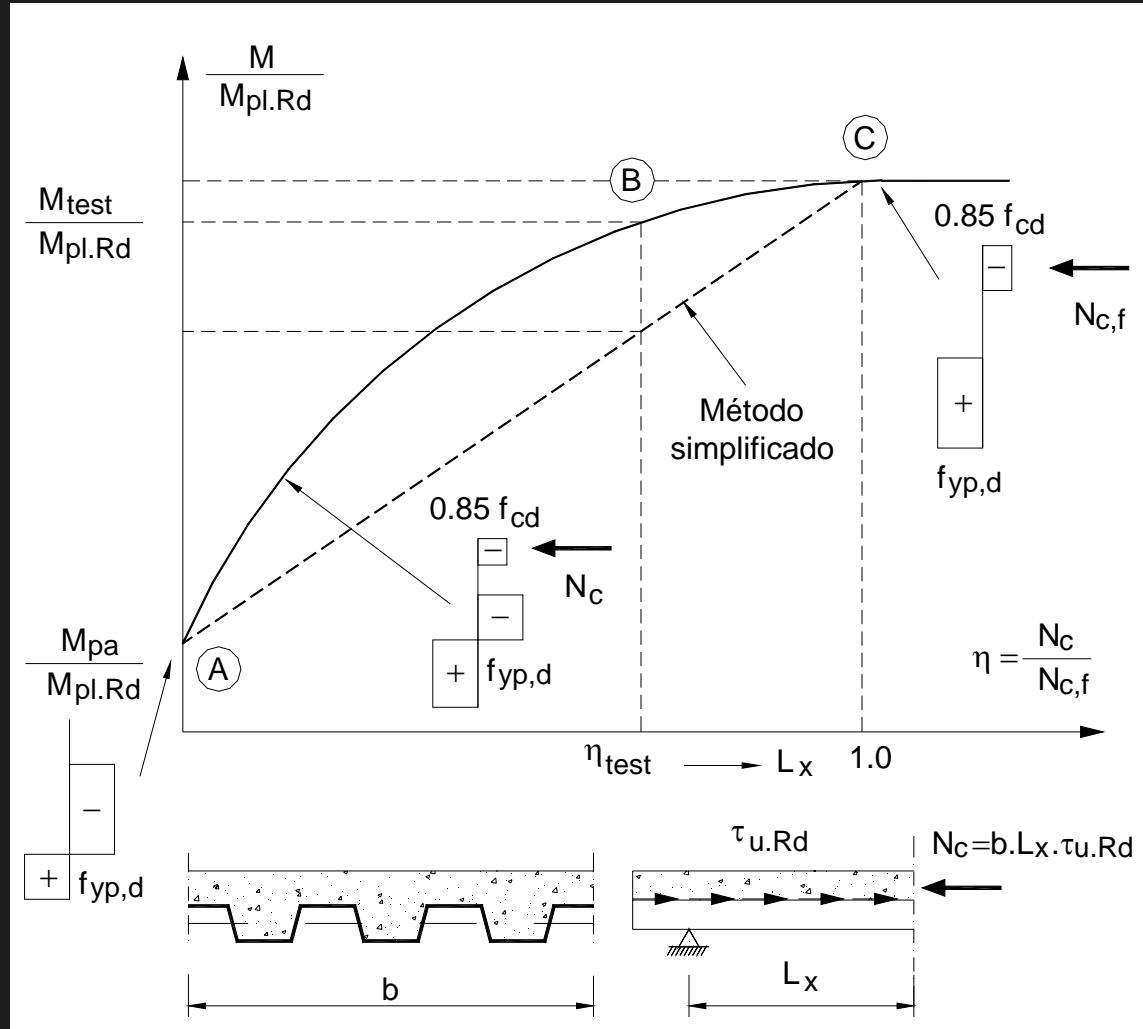


48

### Semelhança de análise







## NA.2 – Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP)

Prescindiu-se de introduzir prescrições a nível nacional, devendo adoptar-se os valores recomendados na EN 1994-1-1.

## NA.3 – Utilização dos Anexos informativos A, B e C

Os Anexos A, B e C mantêm o carácter informativo.

## NA.4 – Informações complementares

Chama-se a atenção para o facto de que estudos recentes mostraram que, no caso da utilização de alguns tipos de **betões leves**, a **resistência** de cálculo dos **pernos de cabeça**, obtida a partir de **6.6.3.1(1) pode conduzir a valores superiores aos obtidos experimentalmente**. Neste sentido, sugere-se a consulta de bibliografia suplementar e/ou a realização de ensaios experimentais, quando se pretenda a utilização deste tipo de betão.